

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7522198号
(P7522198)

(45)発行日 令和6年7月24日(2024.7.24)

(24)登録日 令和6年7月16日(2024.7.16)

(51)国際特許分類

F I

G 0 3 B 11/00 (2021.01)
G 0 2 B 7/02 (2021.01)
G 0 3 B 17/02 (2021.01)
G 0 2 B 3/00 (2006.01)
G 0 2 B 5/30 (2006.01)

G 0 3 B 11/00
G 0 2 B 7/02 C
G 0 3 B 17/02
G 0 2 B 3/00 A
G 0 2 B 5/30

請求項の数 16 (全24頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2022-540241(P2022-540241)
(86)(22)出願日 令和3年7月21日(2021.7.21)
(86)国際出願番号 PCT/JP2021/027296
(87)国際公開番号 WO2022/024917
(87)国際公開日 令和4年2月3日(2022.2.3)
審査請求日 令和5年5月15日(2023.5.15)
(31)優先権主張番号 特願2020-127274(P2020-127274)
(32)優先日 令和2年7月28日(2020.7.28)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者 306037311
富士フイルム株式会社
東京都港区西麻布2丁目2番30号
(74)代理人 100083116
弁理士 松浦 憲三
(74)代理人 100170069
弁理士 大原 一樹
(74)代理人 100128635
弁理士 松村 潔
(74)代理人 100140992
弁理士 松浦 憲政
(74)代理人 100153822
弁理士 増田 重之
(72)発明者 岡田 和佳
埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目32
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 撮像装置、調整方法、及び調整プログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

他の光学系の像側に配置される撮像装置であって、
複数の波長帯域について画像を取得するマルチスペクトルカメラと、
前記他の光学系と前記マルチスペクトルカメラとを中継するフィールドレンズと、
前記他の光学系の射出瞳位置と前記マルチスペクトルカメラの入射瞳位置との共役関係を前記画像の明暗情報に基づいて調整する調整機構と、
を備え、
前記マルチスペクトルカメラは、
瞳位置または前記瞳位置の近傍に配置され複数の開口領域を備える枠体であって、前記複数の開口領域の重心がそれぞれ異なる枠体と、
前記複数の開口領域に配置され少なくとも一部の波長帯域が異なる光を透過させる2つ以上の光学フィルタを含む複数の光学フィルタと、
前記複数の開口領域に配置され偏光方向が異なる複数の偏光フィルタと、
を有する波長偏光フィルタユニットと、
前記複数の開口領域のいずれかを透過した光を受光する複数の画素群を含む撮像素子と、
前記撮像素子から出力される複数の画像信号に基づいて画像を生成するプロセッサと、
を備え、前記明暗情報は、前記波長偏光フィルタユニットにより前記画像に生じる明暗を示す情報である、撮像装置。

【請求項2】

前記調整機構は、前記他の光学系と前記フィールドレンズとの距離を調整する請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 3】

前記調整機構は、前記フィールドレンズと前記マルチスペクトルカメラとの距離を調整する請求項 1 に記載の撮像装置。

【請求項 4】

前記調整機構は、前記他の光学系の射出瞳位置と前記フィールドレンズとの距離、及び前記フィールドレンズと前記マルチスペクトルカメラの入射瞳位置との距離を調整する請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 5】

前記調整機構は、像倍率を一定に保って前記調整を行う請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

前記調整機構は、前記波長偏光フィルタユニットの位置及び/または前記フィールドレンズの焦点距離を変えて前記像倍率を一定に保つ請求項 5 に記載の撮像装置。

【請求項 7】

前記調整機構は前記波長偏光フィルタユニットの着脱機構である請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 8】

前記プロセッサは、前記調整に必要な画像支援情報を出力する請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 9】

前記プロセッサは、前記マルチスペクトルカメラで得られる少なくとも 1 つの分光画像の明暗情報に基づいた前記画像支援情報を出力する請求項 8 に記載の撮像装置。

【請求項 10】

前記プロセッサは、前記開口領域の方向と前記明暗情報とに基づいて、前記画像支援情報としての前記調整の手順を出力する請求項 9 に記載の撮像装置。

【請求項 11】

表示装置をさらに有し、

前記表示装置は、前記プロセッサから出力された前記画像支援情報及び前記画像支援情報としての前記調整の手順の少なくとも一方を表示する請求項 8 から 10 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 12】

瞳位置または前記瞳位置の近傍に配置され複数の開口領域を備える枠体であって、前記複数の開口領域の重心がそれぞれ異なる枠体と、複数の開口領域に配置され少なくとも一部の波長帯域が異なる光を透過させる 2 つ以上の光学フィルタを含む複数の光学フィルタと、前記複数の開口領域に配置され偏光方向が異なる複数の偏光フィルタと、を有する波長偏光フィルタユニットを備え、複数の波長帯域について画像を取得するマルチスペクトルカメラと、他の光学系と前記マルチスペクトルカメラとを中継するフィールドレンズと、前記他の光学系の射出瞳位置と前記マルチスペクトルカメラの入射瞳位置との共役関係を前記画像の明暗情報に基づいて調整する調整機構と、を備え、前記他の光学系の像側に配置される撮像装置の調整方法であって、

前記調整に必要な画像支援情報を出力する出力ステップを有し、前記明暗情報は、前記波長偏光フィルタユニットにより前記画像に生じる明暗を示す情報である、調整方法。

【請求項 13】

前記出力ステップでは、前記マルチスペクトルカメラで得られる少なくとも 1 つの分光画像の明暗情報に基づいた前記画像支援情報を表示装置に表示する請求項 12 に記載の調整方法。

【請求項 14】

10

20

30

40

50

前記出力ステップでは、前記開口領域の方向と前記明暗情報とに基づいて、前記画像支援情報としての前記調整の手順を前記表示装置に表示する請求項 1 3 に記載の調整方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 2 から 1 4 のいずれか 1 項に記載の調整方法をコンピュータに実行させる調整プログラム。

【請求項 1 6】

非一時的かつコンピュータ読取可能な記録媒体であって、請求項 1 5 に記載のプログラムが記録された記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、マルチスペクトル画像を撮像する撮像装置、並びに撮像装置の調整方法及び調整プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

マルチスペクトル画像を撮像するための技術に関し、例えば特許文献 1 には、分光フィルタアレイとフィールドレンズを備える撮像装置が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

20

【文献】特開 2019 - 082412 号公報

【発明の概要】

【0004】

本開示の技術に係る一つの実施形態は、良好な画質のマルチスペクトル画像を取得できる撮像装置、調整方法、及び調整プログラムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の第 1 の態様に係る撮像装置は、他の光学系の像側に配置される撮像装置であって、複数の波長帯域について画像を取得するマルチスペクトルカメラと、他の光学系とマルチスペクトルカメラとを中継するフィールドレンズと、他の光学系の射出瞳位置とマルチスペクトルカメラの入射瞳位置との共役関係を調整する調整機構と、を備え、マルチスペクトルカメラは、瞳位置または瞳位置の近傍に配置され複数の開口領域を備える枠体であって、複数の開口領域の重心がそれぞれ異なる枠体と、複数の開口領域に配置され少なくとも一部の波長帯域が異なる光を透過させる 2 つ以上の光学フィルタを含む複数の光学フィルタと、複数の開口領域に配置され偏光方向が異なる複数の偏光フィルタと、を有する波長偏光フィルタユニットと、複数の開口領域のいずれかを透過した光を受光する複数の画素群を含む撮像素子と、撮像素子から出力される複数の画像信号に基づいて画像を生成するプロセッサと、を備える。

30

【0006】

第 2 の態様に係る撮像装置は第 1 の態様において、調整機構は、他の光学系とフィールドレンズとの距離を調整する。

40

【0007】

第 3 の態様に係る撮像装置は第 1 の態様において、調整機構は、フィールドレンズとマルチスペクトルカメラとの距離を調整する。

【0008】

第 4 の態様に係る撮像装置は第 1 から第 3 の態様のいずれか 1 つにおいて、調整機構は、他の光学系の射出瞳位置とフィールドレンズとの距離、及びフィールドレンズとマルチスペクトルカメラの入射瞳位置との距離を調整する。

【0009】

第 5 の態様に係る撮像装置は第 1 から第 4 の態様のいずれか 1 つにおいて、調整機構は

50

、像倍率を一定に保って調整を行う。

【0010】

第6の態様に係る撮像装置は第5の態様において、調整機構は、波長偏光フィルタユニットの位置及び/またはフィールドレンズの焦点距離を変えて像倍率を一定に保つ。

【0011】

第7の態様に係る撮像装置は第1から第6の態様のいずれか1つにおいて、調整機構は波長偏光フィルタユニットの着脱機構である。

【0012】

第8の態様に係る撮像装置は第1から第7の態様のいずれか1つにおいて、プロセッサは、調整に必要な画像支援情報を入力する。

10

【0013】

第9の態様に係る撮像装置は第8の態様において、表示装置をさらに有し、プロセッサは、マルチスペクトルカメラで得られる少なくとも1つの分光画像の明暗情報に基づいた画像支援情報を入力する。

【0014】

第10の態様に係る撮像装置は第9の態様において、プロセッサは、開口領域の方向と明暗情報とに基づいて、画像支援情報としての調整の手順を入力する。

【0015】

第11の態様に係る撮像装置は第8から第10の態様のいずれか1つにおいて、表示装置をさらに有し、表示装置は、プロセッサから入力された画像支援情報及び画像支援情報としての調整の手順の少なくとも一方を表示する。

20

【0016】

本発明の第12の態様に係る調整方法は、瞳位置または前記瞳位置の近傍に配置され複数の開口領域を備える枠体であって、複数の開口領域の重心がそれぞれ異なる枠体と、複数の開口領域に配置され少なくとも一部の波長帯域が異なる光を透過させる2つ以上の光学フィルタを含む複数の光学フィルタと、複数の開口領域に配置され偏光方向が異なる複数の偏光フィルタと、を備え、複数の波長帯域について画像を取得するマルチスペクトルカメラと、他の光学系とマルチスペクトルカメラとを中継するフィールドレンズと、他の光学系の射出瞳位置とマルチスペクトルカメラの入射瞳位置との共役関係を調整する調整機構と、を備え、他の光学系の像側に配置される撮像装置の調整方法であって、調整に必要な画像支援情報を入力する出力ステップを有する。

30

【0017】

第13の態様に係る調整方法は第12の態様において、出力ステップでは、マルチスペクトルカメラで得られる少なくとも1つの分光画像の明暗情報に基づいた画像支援情報を表示装置に表示する。

【0018】

第14の態様に係る調整方法は第13の態様において、出力ステップでは、開口領域の方向と明暗情報とに基づいて、画像支援情報としての調整の手順を表示装置に表示する。

【0019】

本発明の第15の態様に係る調整プログラムは、第12から第14のいずれか1つに係る調整方法をコンピュータに実行させる。

40

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は、第1の実施形態に係る撮像システムの構成を示す図である。

【図2】図2は、撮像装置の構成を示す図である。

【図3】図3は、各要素の交換等による共役関係の調整の様子を示す概念図である。

【図4】図4は、フィールドレンズの調整機構の例を示す図である。

【図5】図5は、フィールドレンズの調整機構の他の例を示す図である。

【図6】図6は、マルチスペクトルカメラの斜視図である。

【図7】図7は、マルチスペクトルカメラの断面図である。

50

【図 8】図 8 は、枠体の構成を示す図である。

【図 9】図 9 は、波長偏光フィルタユニットの構成を示す図である。

【図 10】図 10 は、偏光フィルタの偏光方向を示す図である。

【図 11】図 11 は、撮像素子の構成を示す図である。

【図 12】図 12 は、プロセッサの構成を示す図である。

【図 13】図 13 は、フィールドレンズの相対位置等と調整する要素との関係の例を示す表である。

【図 14】図 14 は、ケース 1 ~ 4 での調整の様子を示す図である。

【図 15】図 15 は、ケース 5 での調整の様子を示す他の図である。

【図 16】図 16 は、共役関係調整の手順を示すフローチャート (1 / 2) である。

10

【図 17】図 17 は、共役関係調整の手順を示すフローチャート (2 / 2) である。

【図 18】図 18 は、開口領域の方向と分光画像の明暗情報との関係を示す概念図である。

【図 19】図 19 は、開口領域の形状による共役関係調整への影響を示す表である。

【図 20】図 20 は、開口領域の形状を考慮した共役関係調整の具体例を示す図である。

【図 21】図 21 は、顕微鏡との接続の様子を示す図である。

【図 22】図 22 は、ズーム光学系との接続の様子を示す図である。

【図 23】図 23 は、要素同士を接続しない場合のシステム構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 1 】

< マルチスペクトルカメラの他の光学系への適用 >

20

複数の波長帯域について画像を撮像できるマルチスペクトルカメラを他の光学系と組み合わせて用いることで、マルチスペクトル撮像機能を持たない光学系でも複数の波長帯域について画像を撮像することが可能となるが、他の光学系にマルチスペクトルカメラをリレーする場合、瞳の共役関係が適切に調整されていないと、撮像画角内の周辺領域等で光量が低下するおそれがある（いわゆる「ケラレ」が発生するおそれがある）。この問題を解決するため、一般的なリレー光学系ではフィールドレンズを挿入して瞳の共役関係を改善する。

【 0 0 2 2 】

マルチスペクトルカメラには種々の構成が考えられるが、瞳分割型の場合、瞳の共役関係をより厳密に満たす必要がある。また、特定の光学系にリレーするためのフィールドレンズはそれ以外の光学系に使用できない場合がある。しかしながら、従来の技術はこのような問題を考慮したものではなかった。

30

【 0 0 2 3 】

このような事情の下、本願発明者らは良好な画質のマルチスペクトル画像を取得できる撮像装置、調整方法、及び調整プログラムの着想を得た。以下、添付図面を参照しつつ、本発明のいくつかの実施形態を説明する。

【 0 0 2 4 】

< 第 1 の実施形態 >

< 撮像システムの構成 >

図 1 は第 1 の実施形態に係る撮像システム 10（撮像システム、撮像装置）の構成を示す図である。撮像システム 10 は光学系 20（他の光学系；レンズ 22 を含むものとする）、撮像装置 100、表示装置 300（液晶ディスプレイ等の表示装置）、記憶装置 310（光磁気記録装置、半導体メモリ等）、及び操作部 320（キーボード、マウス、スイッチ等）により構成され、撮像装置 100 が光学系 20 の像側に配置される。後述する画像支援情報を音声により出力するスピーカーを設けてもよい。なお、光学系 20 の例については後述する（図 21、22 を参照）。

40

【 0 0 2 5 】

< 撮像装置の構成 >

図 2 は撮像装置 100（撮像装置）の構成を示す図である。図 1、2 に示すように、撮像装置 100 はマウントアダプタ 110（調整機構）と、フィールドレンズユニット 12

50

0 (フィールドレンズ) と、マルチスペクトルカメラ 130 (マルチスペクトルカメラ) と、撮像装置本体 140 (マルチスペクトルカメラ) を備える。フィールドレンズ 122 は、光学系 20 とマルチスペクトルカメラ 130 とを中継するレンズである。

【0026】

これらの要素はスクリューマウントやバヨネットマウント (これらのマウントは調整機構の一態様である) により互いに着脱することができる。スクリューマウントの規格には例えば C マウントや CS マウントがあり、C マウントは口径が 25.4 mm、ネジピッチが 0.794 mm、フランジバックが 17.526 mm (図 2 を参照) である。

【0027】

< 共役関係の調整の概要 >

第 1 の実施形態において、共役関係の調整とは、光学系 20 (他の光学系) の射出瞳位置と撮像装置 100 (撮像装置) の入射瞳位置とを共役にすることであり、ユーザは大きさや特性の異なる要素の着脱、レンズの移動等 (調整機構による調整) により共役関係を調整する。これにより、分光画像における周辺光量の低下 (ケラレ) を防止することができる。

【0028】

共役関係の調整は、分光画像の明暗情報に基づいて行うことができる。具体的には、詳細を後述するように、プロセッサ 142 がマルチスペクトルカメラ 130 で得られる少なくとも 1 つの分光画像の明暗情報 (画像内の光量分布) を算出し、この明暗情報に基づいて共役関係の調整に必要な情報 (画像支援情報) を生成及び出力する。ユーザは、この画像支援情報に従って構成要素の着脱交換や移動等を行うことで、共役関係を調整することができる。

【0029】

図 3 は各要素の交換等による共役関係の調整の様子を示す概念図である。図 3 の (a) 部分に示すように、撮像装置 100 はマウントアダプタ 110 A (調整機構)、フィールドレンズ 122 A を含むフィールドレンズユニット 120 A、マルチスペクトルカメラ 130 A (レンズ及び撮像装置本体の図示は省略する) により構成することができる。この場合、同図の (b) 部分に示すように、マウントアダプタ 110 A とは大きさ (光軸方向の長さ) の異なるマウントアダプタ 110 B (調整機構) を装着することで、光学系 20 と撮像装置 100 との距離を調整して共役関係を調整することができる。

【0030】

また、同図の (c) 部分に示すように、フィールドレンズ 122 A (調整機構) とは焦点距離及び/または像倍率が異なるフィールドレンズ 122 B (調整機構) を有するフィールドレンズユニット 120 B を着脱することで、光学系 20 とフィールドレンズとの距離を調整して共役関係を調整することもできる。フィールドレンズユニットにより調整を行う場合、特定の構成のユニットを装着した状態でレンズを進退させることにより、焦点距離及び/または像倍率を変えてもよい。

【0031】

図 3 の (d) 部分はマルチスペクトルカメラによる調整の様子を示しており、マルチスペクトルカメラ 130 A とは焦点距離及び/または像倍率が異なるレンズを有するマルチスペクトルカメラ 130 B を装着することで、共役関係を調整することができる。また、マルチスペクトルカメラにより調整を行う場合も、特定の構成のカメラを装着した状態でレンズを進退させて焦点距離及び/または像倍率を変えてもよい。

【0032】

マウントアダプタ、フィールドレンズユニット、マルチスペクトルカメラによる調整は、いずれか 1 つのみを行ってもよいし、複数を組み合わせて行ってもよい。例えば、マウントアダプタ及びフィールドレンズユニットを交換することで、光学系 20 (他の光学系) の射出瞳位置とフィールドレンズとの距離、及びフィールドレンズとマルチスペクトルカメラの入射瞳位置との距離を調整することができる。

【0033】

10

20

30

40

50

< フィールドレンズユニットでの共役関係の調整 >

図 1 , 2 に示すように、フィールドレンズユニット 1 2 0 は鏡筒 1 2 1 と、フィールドレンズ 1 2 2 (フィールドレンズ) と、を有する。フィールドレンズ 1 2 2 は、後述する調整機構をユーザが操作することにより、光軸 L の方向に進退する。なお、フィールドレンズ 1 2 2 は 1 つのレンズで構成されていてもよいし、複数のレンズで構成されていてもよい。

【 0 0 3 4 】

図 4 はフィールドレンズの調整機構の例を示す図である。同図の (a) 部分は鏡筒 1 2 4 A の斜視図であり、鏡筒 1 2 4 A には、光軸 L と平行な方向に 3 本のスリット 1 2 6 A が形成されている。同図の (b) 部分はレンズユニット 1 2 8 の正面図であり、フィールドレンズ 1 2 2 と 3 本のアーム 1 2 7 が示されている。同図の (c) 部分は、アーム 1 2 7 がスリット 1 2 6 A に挿入されてレンズユニット 1 2 8 を鏡筒 1 2 4 A に装着した状態を示している。同部分に示す状態において、アーム 1 2 7 はスリット 1 2 6 A 内を光軸 L の方向に移動することができ、これによりユーザはフィールドレンズ 1 2 2 を進退させて共役関係を調整することができる。なお、フィールドレンズ 1 2 2 が複数のレンズから構成されている場合、当該複数のレンズのうち一部についてこのような調整機構を設けてもよいし、複数のレンズの全てについて調整機構を設けてもよい。

10

【 0 0 3 5 】

図 5 はフィールドレンズの調整機構の他の例を示す図である。同図の (a) 部分は鏡筒 1 2 4 B の斜視図であり、鏡筒 1 2 4 B には、光軸 L を中心としたらせん状のスリット 1 2 6 B が形成されている。同図の (b) 部分は、図 4 と同様のレンズユニット 1 2 8 が鏡筒 1 2 4 B に装着された状態 (アーム 1 2 7 がスリット 1 2 6 B に挿入された状態) を示している。同図の (b) 部分に示す状態において、レンズユニット 1 2 8 は光軸 L を中心として回転しながら進退することができ、これによりユーザはフィールドレンズ 1 2 2 を進退させることができる。

20

【 0 0 3 6 】

フィールドレンズユニット 1 2 0 では、図 4 , 5 に示すような調整機構によりフィールドレンズ 1 2 2 と光学系 2 0 (他の光学系) 及び / またはマルチスペクトルカメラ 1 3 0 との距離を変化させることができる。また、フィールドレンズ 1 2 2 を進退させることにより、焦点距離を変えて像倍率を一定に保つようにしてもよい。

30

【 0 0 3 7 】

< マルチスペクトルカメラでの共役関係の調整 >

図 6 , 7 はそれぞれマルチスペクトルカメラ 1 3 0 の斜視図、断面図である。これらの図に示すように、マルチスペクトルカメラ 1 3 0 はレンズ鏡筒 1 3 1 に第 1 レンズ 1 3 2 及び第 2 レンズ 1 3 6 を含む光学系が配置され、これらレンズはそれぞれ第 1 レバー 1 0 4 , 第 2 レバー 1 0 6 を回動させることにより光軸 L の方向に進退して、焦点距離及び / または像倍率が調整される。なお、第 1 レンズ 1 3 2 及び第 2 レンズ 1 3 6 は、複数のレンズから構成されるレンズ群でもよい。第 1 レンズ 1 3 2 , 第 2 レンズ 1 3 6 の進退には、フィールドレンズユニットの場合と同様の機構 (鏡筒、アーム、スリット等) を用いることができる (図 4 , 5 を参照) 。すなわち、これらの機構が調整機構を構成する。

40

【 0 0 3 8 】

また、レンズ鏡筒 1 3 1 には、撮像装置 1 0 0 の瞳位置または瞳位置の近傍にスリット 1 0 8 (波長偏光フィルタユニットの着脱機構) が形成されており、このスリット 1 0 8 に波長偏光フィルタユニット 1 3 4 (波長偏光フィルタユニット) が挿入されて、光軸が撮像光学系 (第 1 レンズ 1 3 2 , 第 2 レンズ 1 3 6) の光軸 L と一致した状態で配置される。

【 0 0 3 9 】

< 波長偏光フィルタユニットの構成 >

図 8 は枠体 1 3 5 の構成を示す図であり、図 9 は波長偏光フィルタユニット 1 3 4 の構成を示す図である。具体的には、図 8 の (a) 部分 ~ (f) 部分は、それぞれ枠体 1 3 5

50

及び/または波長偏光フィルタユニット134の背面図、上面図、左側面図、底面図、斜視図、正面図である。同図の(e)部分及び(f)部分に示すように、枠体135は4つの開口領域135A~135D(複数の開口領域)を備える。これら開口領域135A~135Dの重心はそれぞれ異なっており、全体としての重心135Gとも異なっている。開口領域135A~135Dの形状は図8,9に示すような扇型に限らず、円形や矩形、多角形等他の形状でもよい。また、開口領域間で形状や大きさが異なってもよい。これら開口領域(枠体135の裏面側)には、図8の(a)部分及び図9に示すように、フィルタセット137A~137D(複数の光学フィルタ、複数の偏光フィルタ)がそれぞれ配置される。フィルタセット137A~137Dは接着剤で固定してもよい。

【0040】

図9に示すように、フィルタセット137Aは、光学フィルタ138Aと偏光フィルタ139Aを重ねて構成される。また、フィルタセット137Bは光学フィルタ138Bと偏光フィルタ139Bとを重ねて構成される。また、フィルタセット137Cは光学フィルタ138Cと偏光フィルタ139Cとを重ねて構成される。同様に、フィルタセット137Dは光学フィルタ138Dと偏光フィルタ139Dとを備える。これらフィルタセット137A~137Dは、枠体135に装着される。

【0041】

光学フィルタ138A~138Dは少なくとも一部の波長帯域が異なる光を透過させる2つ以上の光学フィルタを含む複数の光学フィルタ(カラーフィルタ)であり、偏光フィルタ139A~139Dは偏光方向が異なる複数の偏光フィルタである。図10は偏光フィルタの偏光方向の例を示す図であり、同図の(a)部分~(d)部分に例示するように、偏光フィルタ139A~139Dの偏光方向は最大で4方向(開口領域の数と同じ;例えば0°,45°,90°,135°)とすることができる。なお、偏光フィルタ139A~139Dは偏光フィルムにより偏光するフィルタでもよいし、ワイヤグリッドあるいは複数のスリットにより偏光するフィルタでもよい。

【0042】

上述した構成の波長偏光フィルタユニット134はスリット108に対し挿抜することができ、これにより波長偏光フィルタユニット134の着脱機構が構成される。ユーザは、所望の波長帯域を有する波長偏光フィルタユニットや、周辺光量の低下(ケラレ)の少ない波長偏光フィルタユニットを選択して用いることができる。なお、図4,5について上述したような機構(調整機構)により、波長偏光フィルタユニットを光軸Lの方向に進退できるようにしてもよい。これにより、像倍率を変化させずに共役関係を調整することができる(図13のケース6を参照)。

【0043】

なお、開口領域は3つ以下でもよく、これに対応して光学フィルタ(カラーフィルタ)及び偏光フィルタを3種類以下としてもよい。この場合、開口領域135A~135Dのうち1つ以上を遮蔽部材等で遮蔽してもよい。

【0044】

<撮像素子の構成>

図11は、撮像素子138の構成を示す図である。撮像素子138は、CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)型の撮像素子(イメージセンサ)であり、ピクセルアレイ層211、偏光フィルタ素子アレイ層213、及びマイクロレンズアレイ層215を有するモノクローム型の撮像素子である。各層は、像面側から物体側に向かって、ピクセルアレイ層211、偏光フィルタ素子アレイ層213(複数の偏光素子)、マイクロレンズアレイ層215の順で配置される。なお、撮像素子138は、CMOS型に限らず、XYアドレス型、またはCCD(Charge Coupled Device)型のイメージセンサでもよい。

【0045】

ピクセルアレイ層211は、多数のフォトダイオード212(複数の画素群)を二次元的に配列して構成される。1つのフォトダイオード212は、1つの画素を構成する。各

10

20

30

40

50

フォトダイオード 2 1 2 は、水平方向（x 方向）及び垂直方向（y 方向）に沿って規則的に配置される。

【 0 0 4 6 】

偏光フィルタ素子アレイ層 2 1 3 は、偏光方向（透過させる光の偏光方向）が異なる 4 種類の偏光フィルタ素子 2 1 4 A , 2 1 4 B , 2 1 4 C , 2 1 4 D（複数の偏光素子）を二次元状に配列して構成される。偏光フィルタ素子 2 1 4 A , 2 1 4 B , 2 1 4 C , 2 1 4 D の偏光方向は、例えば 0 ° , 4 5 ° , 9 0 ° , 1 3 5 ° とすることができる。また、これらの偏光方向は、上述した波長偏光フィルタユニット 1 3 4 における偏光フィルタ 1 3 9 A ~ 1 3 9 D の偏光方向（図 1 0 参照）に対応させることができる。撮像素子 1 3 8 は、これら偏光フィルタ素子 2 1 4 A ~ 2 1 4 D により、複数の開口領域を透過した光のいずれかを受光する複数の画素群を含む。これらの偏光フィルタ素子 2 1 4 A ~ 2 1 4 B はフォトダイオード 2 1 2 と同じ間隔で配置され、画素ごとに備えられる。

10

【 0 0 4 7 】

マイクロレンズアレイ層 2 1 5 は、各画素に配列されたマイクロレンズ 2 1 6 を備える。

【 0 0 4 8 】

なお、撮像素子 1 3 8 は図示せぬアナログ増幅部、A / D 変換器（Analog-to-Digital Converter）、及び撮像素子駆動部を備える。

【 0 0 4 9 】

< プロセッサの構成 >

図 1 に示したように、撮像装置本体 1 4 0 はプロセッサ 1 4 2 を備える。プロセッサ 1 4 2（プロセッサ、コンピュータ）は、図 1 2 に示すように、画像取得部 1 4 2 A、相対位置検知部 1 4 2 B、画像支援情報生成部 1 4 2 C、表示制御部 1 4 2 D の各部（機能）を有し、分光画像の取得（混信除去を含む）、フィールドレンズと他の光学系及び/またはマルチスペクトルカメラとの相対位置の検知、画像支援情報の生成及び出力等を行う。プロセッサ 1 4 2 による調整方法の処理については、詳細を後述する。

20

【 0 0 5 0 】

上述したプロセッサ 1 4 2 の機能は、各種のプロセッサ（processor）を用いて実現できる。各種のプロセッサには、例えばソフトウェア（プログラム）を実行して各種の機能を実現する汎用的なプロセッサである CPU（Central Processing Unit）が含まれる。また、上述した各種のプロセッサには、画像処理に特化したプロセッサである GPU（Graphics Processing Unit）が含まれる。また、上述した各種のプロセッサには、FPGA（Field Programmable Gate Array）などの製造後に回路構成を変更可能なプロセッサである PLD（Programmable Logic Device）も含まれる。さらに、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）などの特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を有するプロセッサである専用電気回路なども上述した各種のプロセッサに含まれる。

30

【 0 0 5 1 】

なお、プロセッサ 1 4 2 の各機能は 1 つのプロセッサで実現されていてもよいし、複数のプロセッサで実現されていてもよい。また、1 つのプロセッサが複数の機能に対応していてもよい。さらに、プロセッサ 1 4 2 の各機能は回路によって実現されていてもよく、また各機能の一部が回路で実現され、残りがプロセッサによって実現されていてもよい。

40

【 0 0 5 2 】

上述したプロセッサあるいは電気回路がソフトウェア（プログラム）を実行する際は、実行するソフトウェアのプロセッサ（コンピュータ）読み取り可能なコードや、ソフトウェアの実行に必要なデータをフラッシュメモリ 1 4 4（Flash Memory）等の非一時的記録媒体に記憶しておき、プロセッサがそのソフトウェアやデータを参照する。非一時的記録媒体に記憶しておくソフトウェアは、本実施形態に係る調整方法を実行するための調整プログラムを含む。フラッシュメモリ 1 4 4 ではなく各種光磁気記録装置、半導体メモリ等を用いた非一時的記録媒体にコードやデータを記録してもよい。ここで、「半導体メモリ」にはフラッシュメモリの他に ROM（Read Only Memory）や EEPROM（Elect

50

ronically Erasable and Programmable ROM)が含まれる。ソフトウェアを用いた処理の際には、例えばRAM 146が一時的記憶領域として用いられる。

【0053】

< 共役関係調整の具体的態様 >

< フィールドレンズの位置に基づく調整 >

第1の実施形態に係る撮像システム10(撮像装置100)において、プロセッサ142は、フィールドレンズ122の位置(光学系20, マルチスペクトルカメラ130との相対位置)等を検知し、この位置に基づいて共役関係の調整に必要な情報(画像支援情報)を生成及び出力してもよい。

【0054】

図13は、フィールドレンズの相対位置等と調整する要素との関係の例を示す表である。また、図14はケース1~4での調整の様子を示す図であり、図15はケース5での調整の様子を示す図である。これらの図に示すように、複数の要素を一体として動かしてもよい。このように、相対位置等の状況によっていずれの要素を調整すべきかが異なる。

【0055】

なお、相対位置検知部142B(プロセッサ142:図12を参照)は、図示せぬフォトインタラプタ、MRセンサ(MR: Magneto Resistive Sensor/磁気抵抗効果素子)等により、フィールドレンズ122、マルチスペクトルカメラ130のレンズ(第1レンズ132、第2レンズ136)、及び波長偏光フィルタユニット134の位置を検知することができる。

【0056】

< 共役関係調整の手順 >

図16, 17は共役関係調整の手順を示すフローチャートである。これらのフローチャートでは、主としてフィールドレンズ122の移動により共役関係を調整する場合について示している。なお、これらのフローチャートについては、プロセッサによる処理とユーザによる調整の両方を含めて説明する。

【0057】

< 分光画像の生成 >

ユーザは、光学系20(他の光学系)の像側に、フィールドレンズユニット120及びマルチスペクトルカメラ130を取り付け(ステップS100)、光学系20、フィールドレンズユニット120、及びマルチスペクトルカメラ130の光軸調整を行う。この状態でユーザが操作部320等を介して撮像を指示すると、画像取得部142A(プロセッサ142)は、撮像素子138から出力される複数の画像信号に基づいて、光学フィルタ138A~138D(複数の光学フィルタ)の波長帯域にそれぞれ対応する複数の画像(分光画像)を生成する(ステップS120:撮像ステップ)。

【0058】

< 分光画像の混信除去 >

光学フィルタ138A~138Dの波長帯域に対応した画像を得るには、撮像素子138の各画素から各波長帯域に対応した画素信号を分離して抽出する必要があるが、これらの画像データには混信(クロストーク)が生じている。すなわち、各画素には各波長帯域の光が入射するため、生成される画像は複数の波長帯域の画像が混合した画像となる。このため、画像取得部142A(プロセッサ)は、混信除去処理を行って各波長帯域の画像データを生成する。なお、ここでは、開口領域135A~135Dのうちいずれか(例えば、開口領域135D)を遮蔽することにより、3つの開口領域135A~135Cを利用する(すなわち、3つの波長帯域 1~3についての画像を取得する)ものとする。

【0059】

撮像装置100から出射した各波長帯域 1~3の光が各画素で受光される割合(混信比率)は、光学フィルタ138A~138Cが透過させる光の波長帯域 1~3の設定、偏光フィルタ139A~139Cが透過させる光の偏光方向の設定、撮像素子138の各画素が受光する光の偏光方向(4方向)の設定から一意に定まり、事前に求めること

10

20

30

40

50

ができる。画像取得部 142A は、この混信比率を、複数の開口領域のうち特定の開口領域以外の開口領域を遮蔽する複数の遮蔽部材を用いて、複数の遮蔽部材のうちいずれかがレンズ鏡筒に挿入された状態で取得した複数の画像から算出することができる。画像取得部 142A は、これらの画像から混信除去処理のための係数群（混信除去行列の各要素）を算出し、フラッシュメモリ 144 にこれら係数群を記憶しておく。

【0060】

画像取得部 142A は、各画素から得られる画素信号から、波長帯域 1 ~ 3 に対応した画素信号を算出し、フラッシュメモリ 144 から取得した係数群を用いて、波長帯域 1 ~ 3 の画像（混信が除去された画像、分光画像）を生成する。波長帯域 1 ~ 3 の画像は外部に出力され、必要に応じて記憶装置（不図示）に記憶される。また、表示制御部 142D（プロセッサ）は、分光画像を表示装置 300（表示装置）に表示する（ステップ S125：撮像ステップ）。なお、分光画像の表示、及び分光画像の明暗情報に基づく共役関係の調整は、全ての波長帯域について行ってもよいし、一部の波長帯域について行ってもよい。

10

【0061】

<画像支援情報の生成及び出力>

画像支援情報生成部 142C（プロセッサ）は、マルチスペクトルカメラ 130 で得られる少なくとも 1 つの分光画像の明暗情報（光量分布）に基づいて、共役関係の調整に必要な情報（画像支援情報）を生成する（ステップ S130：生成ステップ）。画像支援情報は、例えば光学系 20（他の光学系）とマルチスペクトルカメラ 130 との間へのマウントアダプタ 110 の着脱または交換、フィールドレンズユニット 120 及び/またはマルチスペクトルカメラ 130 の交換、フィールドレンズ 122 の進退方向、第 1 レンズ 132 及び/または第 2 レンズ 136 の進退方向、波長偏光フィルタユニット 134 の進退方向、波長偏光フィルタユニット 134 の交換（光学フィルタ 138A ~ 138D の交換でもよい）、のうち少なくとも 1 つを含んでいてよい。

20

【0062】

画像支援情報生成部 142C は、開口領域の方向と分光画像の明暗情報とに基づいて、上述した画像支援情報を生成することができる。具体的には、図 8 等について上述したように、開口領域 135A ~ 135D の重心が全体としての重心 135G と異なることを利用して画像支援情報を生成することができる。

30

【0063】

<開口領域の方向と分光画像の明暗情報との関係>

図 18 は、開口領域の方向と分光画像の明暗情報との関係を示す概念図である。同図に示すように、マルチスペクトルカメラ 130 においては、特定の波長帯域に着目すると、その波長帯域に対応する開口領域（例えば、開口領域 135A）以外の開口領域に配置された光学フィルタ（この場合、開口領域 135B ~ 135D に配置された光学フィルタ 138B ~ 138D）は、その「特定の波長帯域」以外の波長帯域の光（の少なくとも一部）を遮蔽するので、「特定の波長帯域」の光に対する絞りと同様に作用する。なお、説明の便宜上、図 18 において第 1 レンズ 132 は図示を省略している。像 133 は、第 1 レンズ 132 で形成される波長偏光フィルタユニット 134 の像（マルチスペクトルカメラ 130 の入射瞳）である。

40

【0064】

図 18 の（a）部分は、フィールドレンズ 122 を透過した光線（上光線 150，主光線 152，下光線 154）が、そのような特定の波長帯域に対する「絞り」（図中の短い太線；波長偏光フィルタユニットの参照符号である 134 により示している）によってブロックされていない（ケラレが生じていない）状態を示している。この状態では撮像素子 138 の受光面において明暗の分布は生じていない。これに対し同図の（b）部分に示す状態（フィールドレンズ 122 が（a）部分に示す状態よりも被写体側にある状態）では、主光線 152 及び下光線 154 はブロックされていないが、上光線 150 が「絞り」によってブロックされており、その結果、図の上側が明るく下側が暗くなる（周辺減光の発

50

生)。また、同図の(c)部分に示す状態(フィールドレンズ122が(a)部分に示す状態よりも像側にある状態)では、上光線150及び主光線152ブロックされていないが、下光線154が「絞り」によってブロックされており、その結果、図の下側が明るく上側が暗くなる(周辺減光の発生)。

【0065】

本発明に係る撮像装置では、このような開口領域の方向と分光画像の明暗情報との関係を考慮して画像支援情報を生成することができる。例えば、分光画像の上側が明るく下側が暗い場合は図18の(b)部分のような状態であると考えられるから、フィールドレンズ122を後ろ(像側)に下げて同図の(a)部分に示す状態に近づけることで、瞳の共役関係を調整して分光画像の光量分布を一様に近づけることができる。

10

【0066】

表示制御部142D(プロセッサ)は、このようにして生成した画像支援情報(上述の例では、フィールドレンズ122の移動方向)を表示装置300に表示(出力)させる(ステップS140:出力ステップ)。例えば、上述の例では「フィールドレンズを後ろに下げて下さい」とのメッセージ(フィールドレンズ122の移動方向を示すメッセージ)を表示装置300に表示(出力)させることができる。表示制御部142Dは、このようなメッセージ(画像支援情報)を文字で表示するのに代えて、またはこれに加えて、移動方向(前進または交代)を示す矢印等の記号を表示(出力)させてもよい。また、表示制御部142Dは、画像支援情報としての調整の手順を表示(出力)させてもよい。表示装置300は、表示制御部142Dからの出力に従って、画像支援情報及び画像支援情報としての調整の手順の少なくとも一方を表示する。ユーザはこの画像支援情報に従ってフィールドレンズ122を後ろに下げる(光軸Lの方向で退ける)ことができ(ステップS150)、調整(移動)がなされたら、画像取得部142A及び表示制御部142D(プロセッサ)は移動後の状態での画像(分光画像)を表示装置300に表示させる(ステップS160:表示ステップ)。

20

【0067】

画像支援情報生成部142C(プロセッサ)は、移動後の状態での画像の明るさがしきい値以上であるか否かを判断し(ステップS170:明るさ判断ステップ、出力ステップ)、判断が肯定されたら(すなわち、画像がしきい値以上に明るくなりケラレが少なくなったら)処理を終了する。画像支援情報生成部142Cは、例えば、「画像の最大輝度を1に規格化した際の画面全体の輝度値の総和」や、「画面中心から輝度値の重心の位置までの距離の逆数」を、「明るさ」の定義として採用することができる。画像支援情報生成部142C及び表示制御部142Dは、ステップS170の判断が肯定されて処理を終了する場合に、共役関係の調整が終了したことを示す画像支援情報を表示装置300に表示してもよい。

30

【0068】

ステップS170の判断が否定された場合、画像支援情報生成部142Cは、移動により画像が明るくなったか否かを判断する(ステップS180:明るさ判断ステップ、出力ステップ)。この判断が否定された場合、画像支援情報生成部142C及び表示制御部142Dは、画像支援情報として、フィールドレンズ122の移動の向きを反転するよう促すメッセージを生成し、表示装置300に表示する(ステップS190:生成ステップ、出力ステップ)。ステップS195では、画像支援情報生成部142Cは移動後の明るさを新しい明るさとして設定して(明るさ判断ステップ、生成ステップ、出力ステップ)、ステップS140に戻る。図16,17に示す例では、このように、一般的なカメラシステムにおける「山登り方式」によるフォーカスレンズの駆動と同様に、共役関係の調整を行うことができる。

40

【0069】

第1の実施形態に係る撮像システム10(撮像装置100)、調整方法、及び調整プログラムによれば、このようにして共役関係の調整を行うことができ、良好な画質のマルチスペクトル画像を取得することができる。

50

【 0 0 7 0 】

なお、図 1 6 , 1 7 のフローチャートではフィールドレンズ 1 2 2 を移動する場合について説明したが、上述したように、他の手段（マウントアダプタの着脱、マルチスペクトルカメラの着脱や、レンズあるいはフィルタユニットの移動等）による場合でも、同様に共役関係の調整を行うことができる。

【 0 0 7 1 】

< 開口領域の形状による共役関係調整への影響 >

図 1 9 は開口領域の形状による共役関係調整への影響を示す表である。同図において、「フィールドレンズの移動に関するパラメータ」の欄ではフィールドレンズの移動に関する特徴をまとめ、「着脱性」の欄ではフィールドレンズの着脱交換に関する特徴をまとめ、「その他」の欄ではフィールドレンズと組み合わせて使う際の根本的な特徴をまとめている。同図に示すように、開口領域の形状によって共役関係調整への影響が異なる。撮像装置 1 0 0 のような本発明に係る撮像装置では、複数の開口領域の重心がそれぞれ異なっており（それぞれの開口領域が、開口領域全体としての重心に対し非対称に配置されており）、この場合、複数の開口領域の重心が一致している場合（例えば、同心円状である場合）と比較して周辺光量の低下やフィールドレンズの移動量は大きくなる。一方、開口領域の重心が異なる場合、後述する例のように、フィールドレンズの移動方向の判別は簡単である。また、フィールドレンズの着脱や適用可能な F ナンバーについても開口領域の形状に依存する。

【 0 0 7 2 】

< 光量低下の大小と調整すべき要素との関係 >

上述のように、開口領域の形状は共役関係の調整に影響するが、周辺光量の低下量（ケラレの大小）も共役関係の調整に影響する。具体的には、周辺光量の低下が大きい（ケラレが大きい）場合、共役関係の粗調整（大きく変えること）が必要なので、フィールドレンズ及び/またはマルチスペクトルカメラの着脱（大きさ、焦点距離等の異なるものを装着する）が好ましい。一方、周辺光量の低下が小さい（ケラレが小さい）場合、共役関係の微調整（微小変位の調整）が必要なので、フィールドレンズ及び/またはマルチスペクトルカメラの移動が好ましい。画像支援情報生成部 1 4 2 C 及び表示制御部 1 4 2 D（プロセッサ）は、このような事情を考慮して画像支援情報を生成及び表示することができる。

【 0 0 7 3 】

< 開口領域の形状を考慮した共役関係調整の具体例 >

図 2 0 は開口領域の形状を考慮した共役関係調整の具体例（フィールドレンズ 1 2 2 を移動する場合）を示す図である。同図の（ a ）部分に示すように、開口領域 1 6 0 A ~ 1 6 0 D（複数の開口領域；全体として開口領域 1 6 0 を形成）は扇型であり、それぞれの重心は異なっている。この状況で、図 2 0 の（ b 1 ）部分に示すように開口領域 1 6 0 B に着目すると、残りの開口領域 1 6 0 A , 1 6 0 C , 1 6 0 D は、上述のように一種の「絞り」あるいは「遮蔽部材」として作用する（各開口領域には、波長帯域の少なくとも一部が異なる光学フィルタが装着されているものとする）。

【 0 0 7 4 】

この場合、開口領域 1 6 0 B により生じる分光画像では、図 2 0 の（ b 2 ）部分のように、開口領域 1 6 0 B の開口の向き（右側が開口）と逆に左側が明るくなる（図 1 8 を参照）。そこでこの場合、画像支援情報生成部 1 4 2 C 及び表示制御部 1 4 2 D（プロセッサ）は、フィールドレンズ 1 2 2 とマルチスペクトルカメラ 1 3 0 との距離を広げる（フィールドレンズ 1 2 2 を前方に繰り出す）ようユーザに促す情報（画像支援情報）を生成し（生成ステップ、出力ステップ）、表示装置 3 0 0 に表示する（出力ステップ）。図 2 0 の（ b 3 ）部分は、ユーザが画像支援情報に基づいてフィールドレンズ 1 2 2 を移動させた状態での分光画像の例であるが、この例ではまだ画像の右側に暗い領域が残っている。そこで画像支援情報生成部 1 4 2 C 及び表示制御部 1 4 2 D は、再度、フィールドレンズ 1 2 2 とマルチスペクトルカメラ 1 3 0 との距離を広げるようユーザに促す情報を生成し、表示装置 3 0 0 に表示する。図 2 0 の（ b 4 ）部分は、ユーザが再度フィールドレン

10

20

30

40

50

ズを移動させた状態の分光画像の例であり、明るさがしきい値以上となり明暗の分布が少なくなったので、処理を終了する。

【 0 0 7 5 】

図 2 0 の (c 1) 部分は、左側が開口した開口領域 1 6 0 D を示す図であり、この場合同図の (c 2) 部分に示すように分光画像の右側が明るくなる。そこで画像支援情報生成部 1 4 2 C 及び表示制御部 1 4 2 D は、この場合も同図の (b 2) ~ (b 4) 部分と同様にフィールドレンズ 1 2 2 とマルチスペクトルカメラ 1 3 0 との距離を広げるようユーザーに促す情報 (画像支援情報) を生成し (生成ステップ、出力ステップ)、表示装置 3 0 0 に表示する (出力ステップ)。その結果、図 2 0 の (c 4) 部分に示すように明るさがしきい値以上となり明暗の分布が少なくなると、処理を終了する。

10

【 0 0 7 6 】

以上説明したように、第 1 の実施形態に係る撮像装置 (撮像装置 1 0 0、撮像システム 1 0)、調整方法、及び調整プログラムによれば、良好な画質のマルチスペクトル画像を取得することができる。

【 0 0 7 7 】

< 他の光学系との接続の例 >

本発明に係る撮像装置は様々な光学系と組み合わせることができ、これにより、単独ではマルチスペクトル撮像ができない光学系でもマルチスペクトル撮像を行うことができる。図 2 1 は顕微鏡 3 0 (「他の光学系」の一態様) との接続の様子を示す図である。顕微鏡 3 0 は対物レンズ 3 2 を含む光学系を備え、ユーザは、ステージ 3 4 に載せた標本等を、接眼部 3 6 を介して観察することができる。顕微鏡 3 0 にはカメラ接続部 3 8 が設けられており、このカメラ接続部 3 8 に撮像装置 1 0 0 (本発明に係る撮像装置の一態様) を接続することができる。標本等からの光束の一部はカメラ接続部 3 8 を介して撮像装置 1 0 0 に導かれ、第 1 の実施形態について上述したのと同様に、撮像装置 1 0 0 により瞳の共役関係を調整して良好な画質のマルチスペクトル画像を取得することができる。調整方法の処理はプロセッサ 1 4 2 及びコンピュータ 3 3 0 (プロセッサ) で行われ、取得した画像は表示装置 3 0 0 に表示することができる。ユーザは、操作部 3 2 0 を介してこれらの処理に必要な操作を行うことができる。なお、上述した撮像装置本体 1 4 0 (プロセッサ 1 4 2) は顕微鏡 3 0 の側に接続されていてもよいし、図 2 1 に示すようにコンピュータ 3 3 0 と一体として構成されていてもよい。

20

30

【 0 0 7 8 】

図 2 2 はズーム光学系との接続の様子を示す図である。この場合も、第 1 の実施形態や図 2 1 の態様と同様に、撮像装置 1 0 0 により瞳の共役関係を調整して良好な画質のマルチスペクトル画像を取得することができる。

【 0 0 7 9 】

< 波長偏光フィルタユニット及び撮像素子の他の態様 >

第 1 の実施形態では、波長偏光フィルタユニット 1 3 4 に設けられた偏光フィルタ 1 3 9 A ~ 1 3 9 D 及び撮像素子 1 3 8 に設けられた偏光フィルタ素子 2 1 4 A ~ 2 1 4 D により、いずれかの開口領域を通過した光を受光している。しかしながら本発明はこのような態様に限定されるものではなく、瞳分割型のマルチスペクトルカメラを利用した撮像装置であれば、偏光を利用しなくてもフィールドレンズの移動等による共役関係の調整を行うことができ、これにより良好な画質のマルチスペクトル画像を取得することができる。

40

【 0 0 8 0 】

< 他の光学系と撮像装置を接続しない態様 >

上述した態様では、「他の光学系」と本発明に係る撮像装置 (撮像装置 1 0 0) とをマウントアダプタ 1 1 0 (調整機構) 等を介して接続しており、また撮像装置 1 0 0 においても各要素を接続しているが、本発明においてこれら要素は必ずしも機械的に接続する必要はない。例えば、図 2 3 に示す撮像システム 1 1 のように、光学系 2 0 (他の光学系) と撮像装置 1 0 1 (撮像装置) とを離間して配置することができ、また撮像装置 1 0 1 においてもフィールドレンズユニット 1 2 0 とマルチスペクトルカメラ 1 3 0 とを離間して

50

配置することができる。例えば、光学系 2 0、フィールドレンズユニット 1 2 0、マルチスペクトルカメラ 1 3 0 をそれぞれ三脚やガイドレール等の部材（不図示）で保持することや、調整台に載置することが考えられる。

【 0 0 8 1 】

そして、このような態様においても、上述した態様と同様に各要素の間隔の調整やレンズ（フィールドレンズ 1 2 2，第 1 レンズ 1 3 2，第 2 レンズ 1 3 6）の進退、着脱交換等を行うことができ、これにより瞳の共役関係を調整して良好な画質のマルチスペクトル画像を取得することができる。なお、図 2 3 に示すような態様においても、第 1 の実施形態について上述したのと同様に、マルチスペクトル画像の撮像を行う前に各要素の光軸を一致させることが好ましい。

10

【 0 0 8 2 】

以上で本発明の実施形態及び他の態様について説明してきたが、本発明は上述した態様に限定されず、本発明の精神を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

【符号の説明】

【 0 0 8 3 】

1 0	撮像システム	
1 1	撮像システム	
2 0	光学系	
2 2	レンズ	
3 0	顕微鏡	20
3 2	対物レンズ	
3 4	ステージ	
3 6	接眼部	
3 8	カメラ接続部	
1 0 0	撮像装置	
1 0 1	撮像装置	
1 0 4	第 1 レバー	
1 0 6	第 2 レバー	
1 0 8	スリット	
1 1 0	マウントアダプタ	30
1 1 0 A	マウントアダプタ	
1 1 0 B	マウントアダプタ	
1 2 0	フィールドレンズユニット	
1 2 0 A	フィールドレンズユニット	
1 2 0 B	フィールドレンズユニット	
1 2 1	鏡筒	
1 2 2	フィールドレンズ	
1 2 2 A	フィールドレンズ	
1 2 2 B	フィールドレンズ	
1 2 4 A	鏡筒	40
1 2 4 B	鏡筒	
1 2 6 A	スリット	
1 2 6 B	スリット	
1 2 7	アーム	
1 2 8	レンズユニット	
1 3 0	マルチスペクトルカメラ	
1 3 0 A	マルチスペクトルカメラ	
1 3 0 B	マルチスペクトルカメラ	
1 3 1	レンズ鏡筒	
1 3 2	第 1 レンズ	50

1 3 3	像	
1 3 4	波長偏光フィルタユニット	
1 3 5	枠体	
1 3 5 A	開口領域	
1 3 5 B	開口領域	
1 3 5 C	開口領域	
1 3 5 D	開口領域	
1 3 5 G	重心	
1 3 6	第 2 レンズ	
1 3 7 A	フィルタセット	10
1 3 7 B	フィルタセット	
1 3 7 C	フィルタセット	
1 3 7 D	フィルタセット	
1 3 8	撮像素子	
1 3 8 A	光学フィルタ	
1 3 8 B	光学フィルタ	
1 3 8 C	光学フィルタ	
1 3 8 D	光学フィルタ	
1 3 9 A	偏光フィルタ	
1 3 9 B	偏光フィルタ	20
1 3 9 C	偏光フィルタ	
1 3 9 D	偏光フィルタ	
1 4 0	撮像装置本体	
1 4 2	プロセッサ	
1 4 2 A	画像取得部	
1 4 2 B	相対位置検知部	
1 4 2 C	画像支援情報生成部	
1 4 2 D	表示制御部	
1 4 4	フラッシュメモリ	
1 4 6	R A M	30
1 5 0	上光線	
1 5 2	主光線	
1 5 4	下光線	
1 6 0	開口領域	
1 6 0 A	開口領域	
1 6 0 B	開口領域	
1 6 0 C	開口領域	
1 6 0 D	開口領域	
2 1 1	ピクセルアレイ層	
2 1 2	フォトダイオード	40
2 1 3	偏光フィルタ素子アレイ層	
2 1 4 A	偏光フィルタ素子	
2 1 4 B	偏光フィルタ素子	
2 1 4 C	偏光フィルタ素子	
2 1 4 D	偏光フィルタ素子	
2 1 5	マイクロレンズアレイ層	
2 1 6	マイクロレンズ	
3 0 0	表示装置	
3 1 0	記憶装置	
3 2 0	操作部	50

3 3 0 コンピュータ

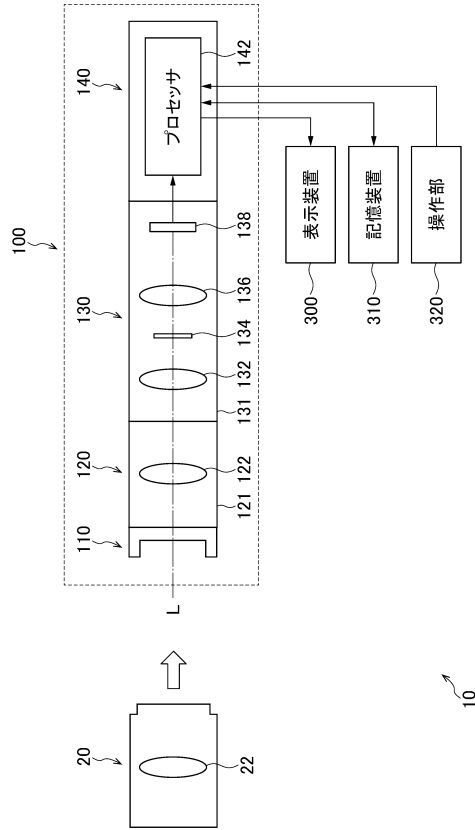
L 光軸

S 1 0 0 ~ S 1 9 5 共役関係調整手順の各ステップ

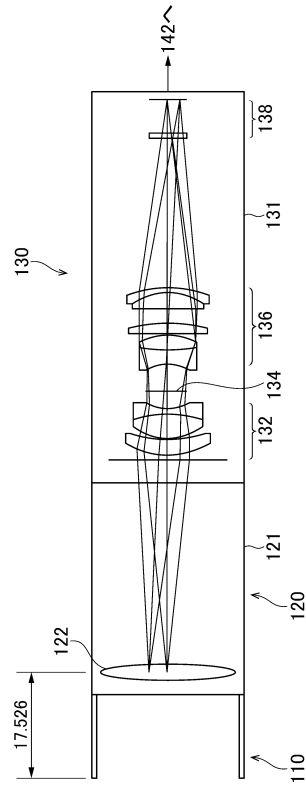
- 1 波長帯域
- 2 波長帯域
- 3 波長帯域

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

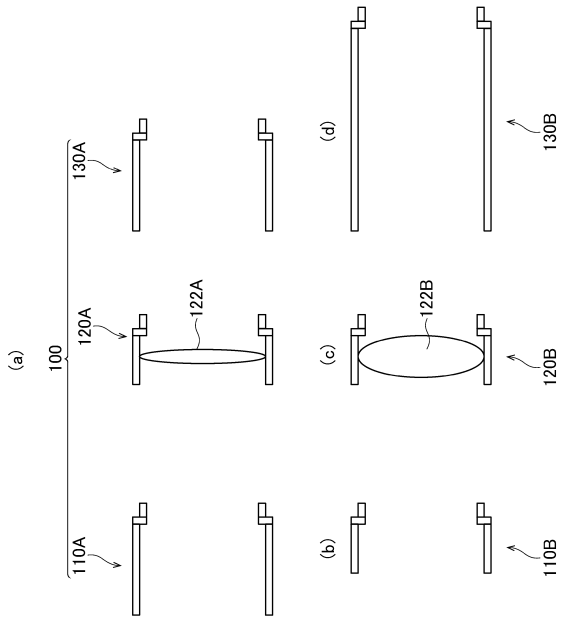
20

30

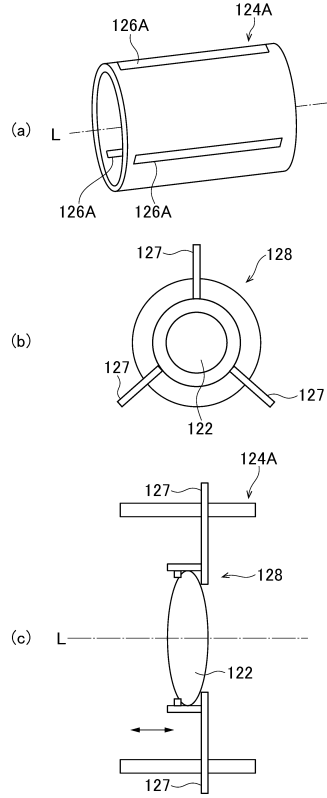
40

50

【 図 3 】



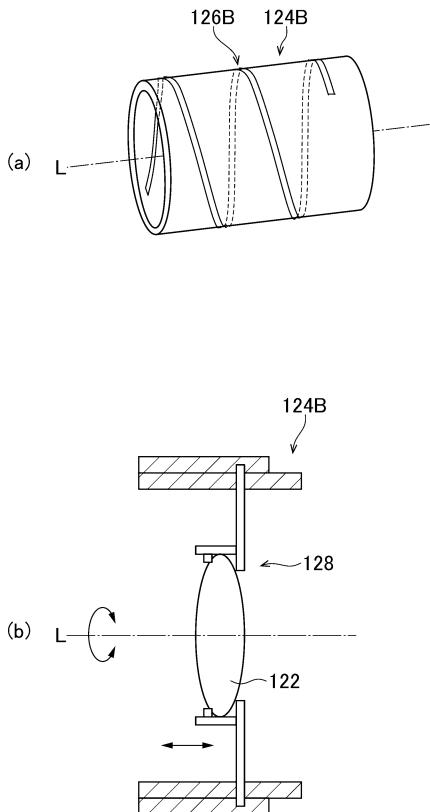
【 図 4 】



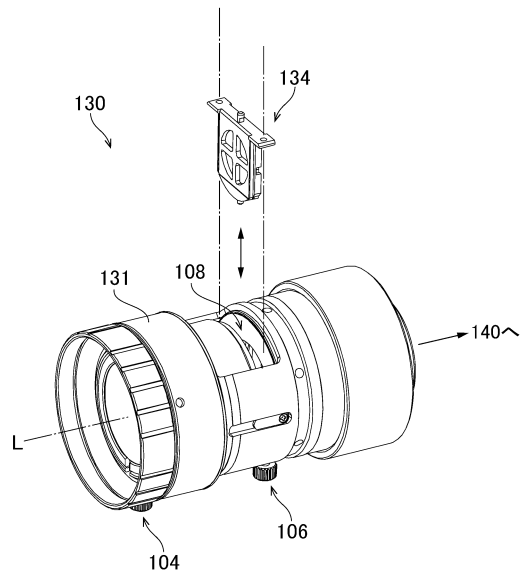
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

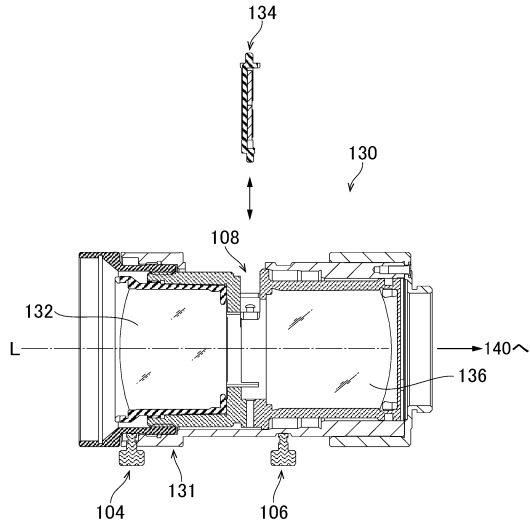


30

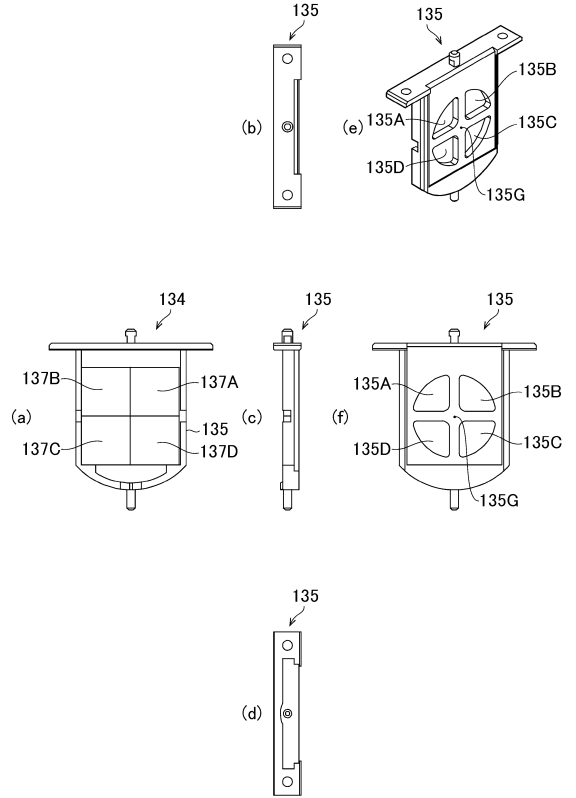
40

50

【 図 7 】



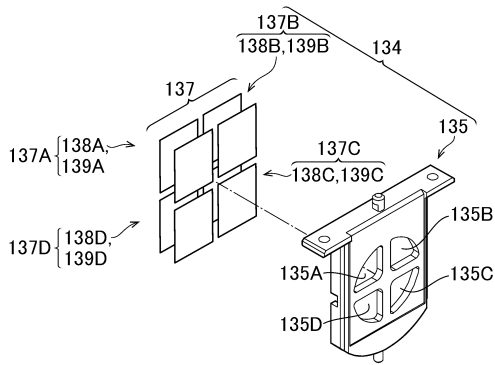
【 図 8 】



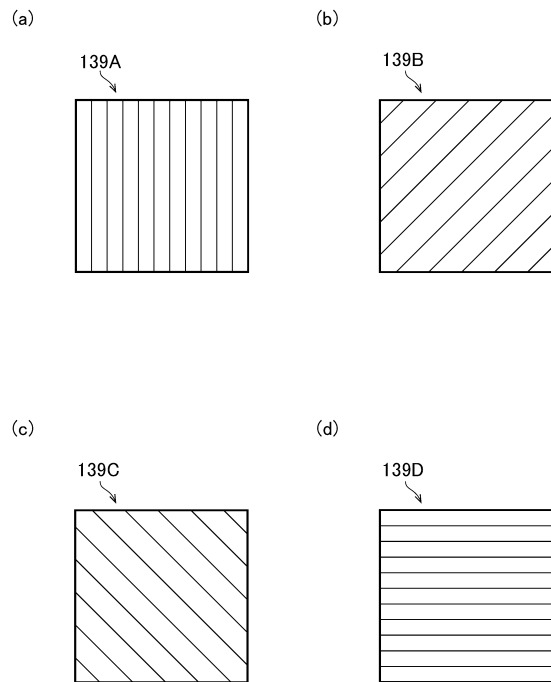
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

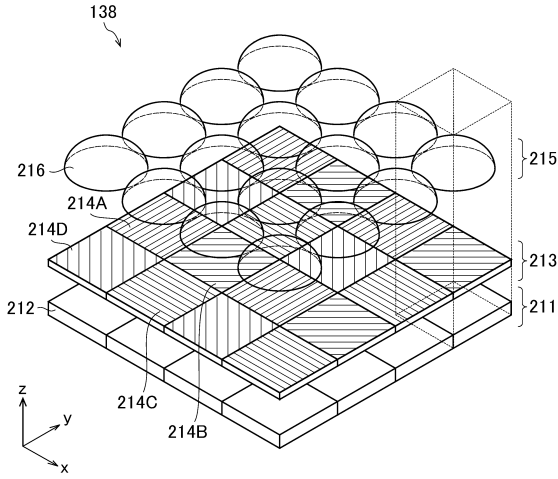


30

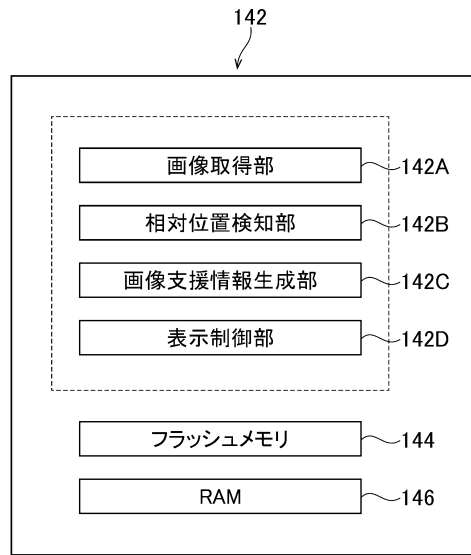
40

50

【図 1 1】



【図 1 2】

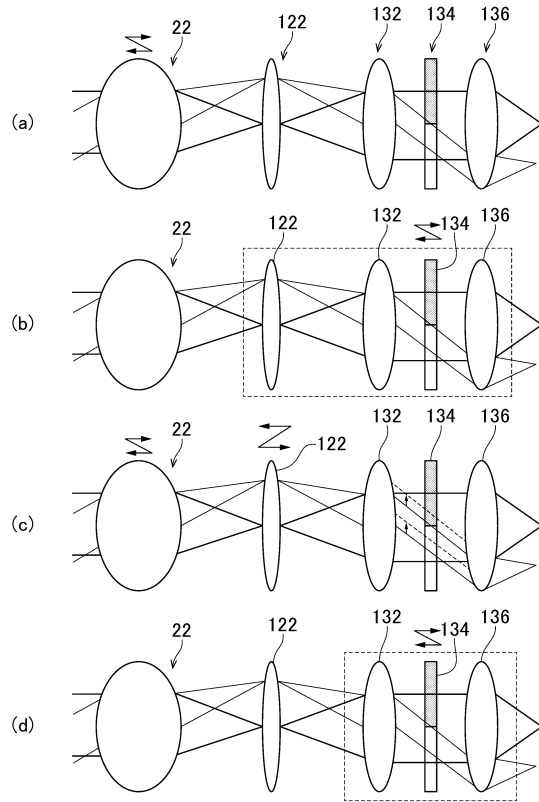


10

【図 1 3】

	既存の光学系	ワールドレンズ	マルチスベクトルカメラ	その他の要素	各ケースで想定する状況
ケース1	移動させない	移動させない	移動させない	移動させない	既存の光学系の像位置が既存の光学系の筐体に近い場合
ケース2	移動させない	移動させる	移動させる	移動させない	既存の光学系の像位置が既存の光学系の筐体に近い場合
ケース3	移動させない	移動させる	移動させない	移動させない	既存の光学系とマルチスベクトルカメラとの間に十分なスペースが確保できる場合
ケース4	移動させない	移動させない	移動させる	移動させない	マルチスベクトルカメラの物体距離がマルチスベクトルカメラの筐体に近い場合
ケース5	移動させる	移動させる	移動させない	移動させない	マルチスベクトルカメラの倍率が高い場合
ケース6	移動させない	移動させない	移動させない	フィルタユニットを動かす	像倍率を変化させたくない場合
ケース7	移動させない	移動させない	移動させない	フィルターレンズの焦点距離を変える	像倍率を変化させたくない場合

【図 1 4】



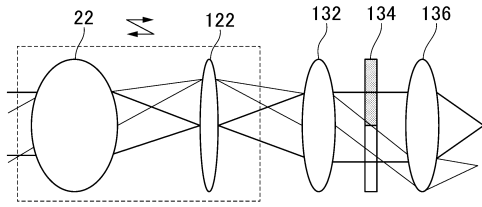
20

30

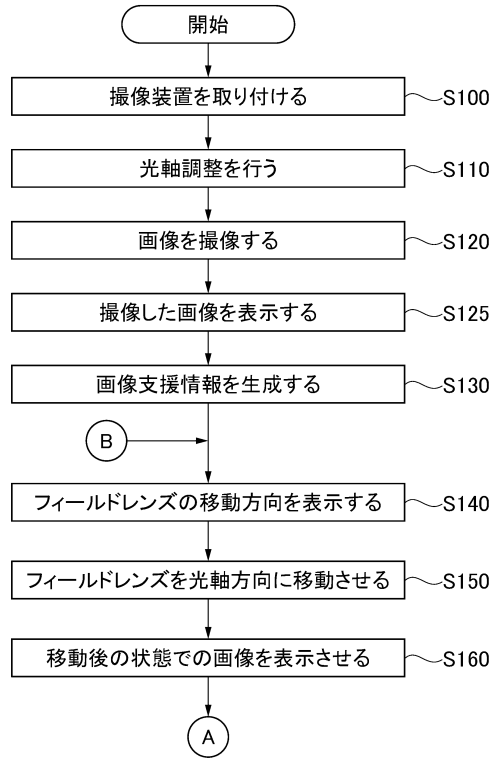
40

50

【図 15】



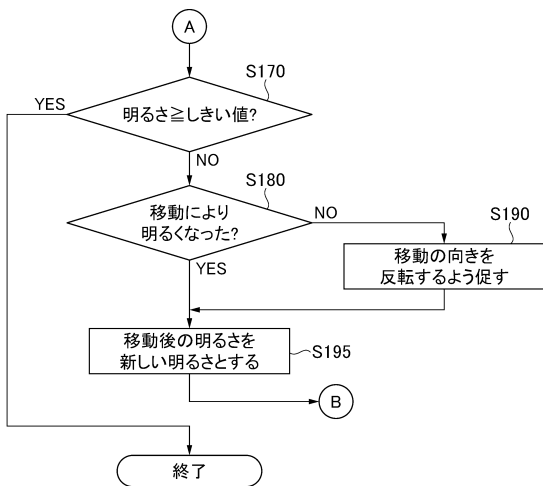
【図 16】



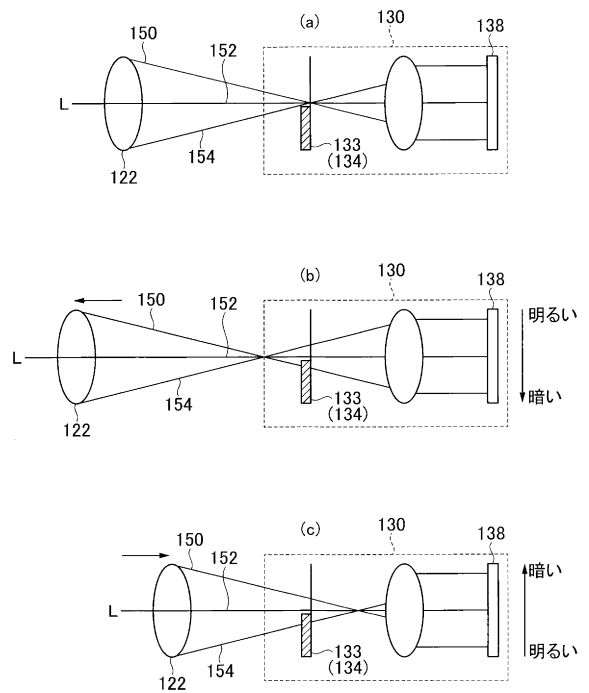
10

20

【図 17】



【図 18】



30

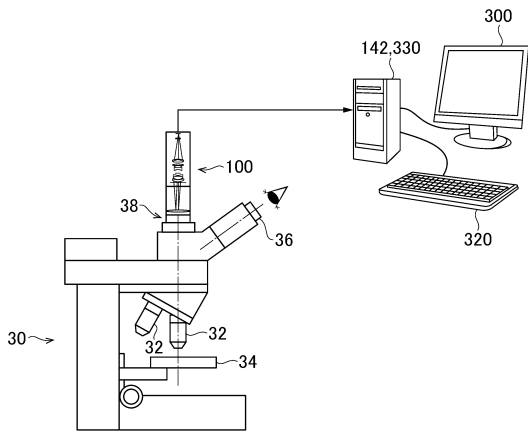
40

50

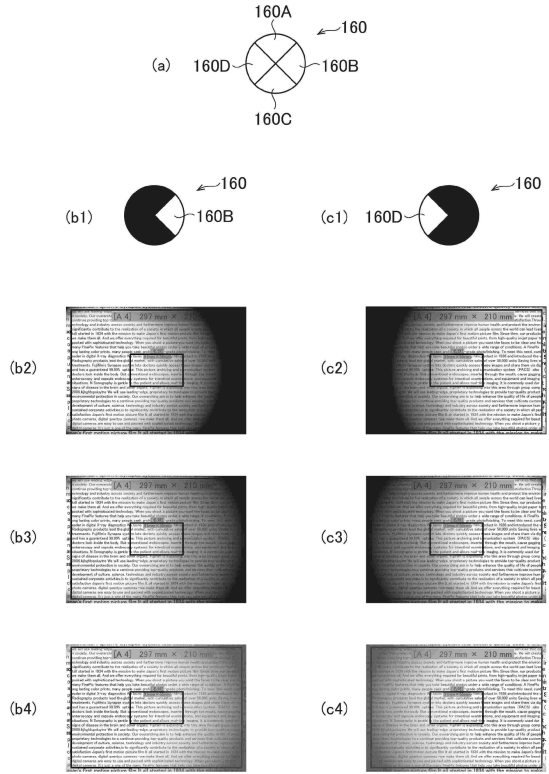
【図 19】

	開口領域の重心が一致している場合 (同心円状)	開口領域の重心が異なる場合		
	小	大	周辺光量低下	
ファイールドレンズの 移動に関連する パラメータ	小	大	周辺光量改善に 必要な移動量の 大/小	
	難しい	簡単	周辺光量改善に 必要な移動方向の 判別	
着脱性に関連する パラメータ	簡単 (適切なファイールドレンズの 焦点距離範囲が広い)	難しい (適切なファイールドレンズの 焦点距離範囲が狭い)	ファイールドレンズの 選定	
	難しい	簡単	ファイールドレンズの 焦点距離変更方向 の判別 (長/短)	
その他	狭い (※輪帯分割の場合、Fナンバーが 暗いと外周のフィルタを光が とおらなくなり、画像が暗らなくなる これはファイールドレンズの調整で 解決できない。)	広い (※ファイールドレンズが適切に 調整されていればFナンバー による制約は小さい)	適用可能な Fナンバーの範囲	

【図 21】



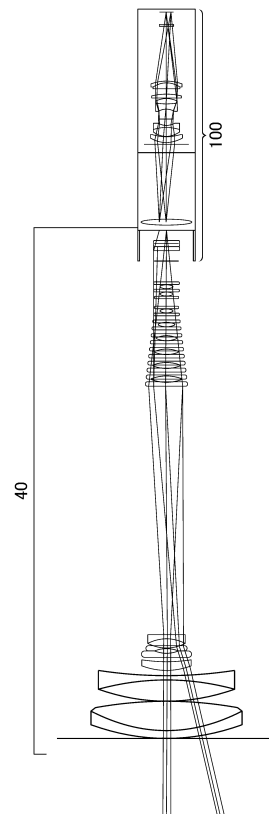
【図 20】



10

20

【図 22】

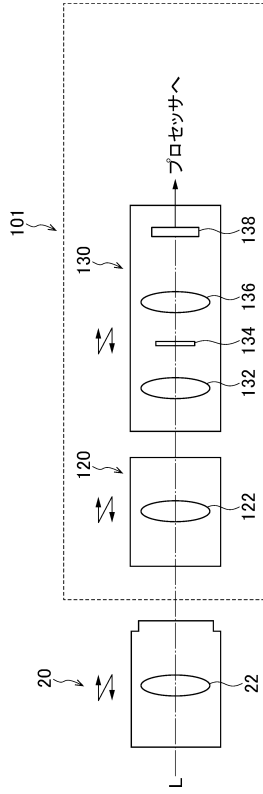


30

40

50

【 2 3 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I		
<i>H 0 4 N</i>	<i>23/63 (2023.01)</i>	<i>H 0 4 N</i>	<i>23/63</i>	
<i>H 0 4 N</i>	<i>23/50 (2023.01)</i>	<i>H 0 4 N</i>	<i>23/50</i>	
<i>G 0 1 J</i>	<i>3/51 (2006.01)</i>	<i>G 0 1 J</i>	<i>3/51</i>	
<i>G 0 1 J</i>	<i>4/04 (2006.01)</i>	<i>G 0 1 J</i>	<i>4/04</i>	<i>Z</i>

4 番地 富士フイルム株式会社内

(72)発明者 岸根 慶延
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内

(72)発明者 川中子 睦
 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内

審査官 三宅 克馬

(56)参考文献 特開2019-082412(JP,A)
 特開2008-064933(JP,A)
 特開2004-219397(JP,A)
 国際公開第2013/179620(WO,A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 G 0 3 B 1 1 / 0 0
 G 0 2 B 7 / 0 2
 G 0 3 B 1 7 / 0 2
 G 0 2 B 3 / 0 0
 G 0 2 B 5 / 3 0
 H 0 4 N 2 3 / 6 3
 H 0 4 N 2 3 / 5 0
 G 0 1 J 3 / 5 1
 G 0 1 J 4 / 0 4